

Etude et simulation du fonctionnement des installations photovoltaïques

F. Gama – Yettou ^{1*}, A. Gama ¹, A. Malek ², L. Serir ³ et H. Zeraia ²

¹ Ecole Nationale Polytechnique, B.P. 182, Avenue Hassen Badi, El Harrach, Alger, Algérie

² Centre Développement des Energies Renouvelables, B.P. 62, Route de l'Observatoire, Bouzaréah, Alger, Algérie

³ Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables, B.P. 88, ZI Gart Taam, Ghardaïa, Algérie

Résumé – L'objectif principal est de trouver un système de régulation capable de gérer le transfert d'énergie électrique dans le générateur photovoltaïque et de contrôler le fonctionnement de l'installation en question. Dans le cadre de ce travail, on a commencé par adopter une méthode de dimensionnement pour les installations photovoltaïques, puis on a élaboré un logiciel informatique permettant la gestion du système après avoir analysé les différentes stratégies de régulation. Finalement, des mesures ont été prises, suite à une simulation du système; pour connaître le fonctionnement de la centrale avec la méthode de régulation adoptée.

1. INTRODUCTION

En ce début de troisième millénaire, près de deux milliards de personnes n'ont toujours pas accès à l'électricité. En effet, si dans la plupart des pays en voie de développement que les réseaux électriques existent, ils concernent souvent les grands centres urbains. Les zones rurales sont donc souvent exclues, entravant ainsi leur développement [1].

L'expansion industrielle, ainsi que l'augmentation de la population ont entraîné un développement important de la demande de l'énergie. Pour la satisfaire, à long terme, l'utilisation des sources d'énergie d'origine fossile conduira d'une part à une surexploitation de ces ressources et à une dégradation de l'environnement d'autre part. L'utilisation de source d'énergie non nuisible à l'environnement, comme les énergies renouvelables est nécessaire afin d'assurer une relève énergétique [2]. L'électrification par voie photovoltaïque nécessite un raccordement de dispositifs capables de convertir l'énergie solaire en énergie électrique exploitable à des fins d'alimentation.

2. DIMENSIONNEMENT ET SIMULATION DU SYSTEME

2.1 Calcul du rayonnement solaire

La première étape consiste à calculer l'énergie solaire incidente sur le générateur PV. la figure 1 présente la feuille du logiciel permettant d'effectuer ce calcul, les données inscrites sur cette feuille sont présentées pour différentes inclinaisons de panneaux.

2.2. Dimensionnement

La deuxième étape est le dimensionnement du système photovoltaïque. La figure 2 présente la feuille du logiciel permettant ce dimensionnement. Elle permet de calculer le nombre de module à installer et la capacité batterie nécessaire au stockage pour une autonomie de jours déterminée.

2.3 Régulation

Dans cette étape, il faut d'abord faire la répartition de la charge durant une journée (24 h), le reste de la charge sera aléatoire. La figure 3 présente la feuille du logiciel permettant d'effectuer la simulation du système. La méthode de régulation est basée sur le paramètre puissance, le

* youlissa_irma@yahoo.fr

régulateur contrôle le flux d'énergie entre le générateur et les batteries d'une part et entre la charge et les batteries d'une autre part, en indiquant à chaque instant le mode de régulation.

Données d'éclairement_PVRégulation

Site: ALGER
 Latitude: 36.43°
 Longitude: 3.15°
 Altitude: 25 m
 Albedo: 0.2

Angle: 20°
 20
 30
 40
☐ Inclinaison = Latitude

Rayonnement Global Min: 2954 Wh/m² Rayonnement Global Max: 6858 Wh/m² Rayonnement Global Moy: 5198.33 Wh/m²

Energie Totale (en Wh/m²) incidente sur le plan (Sud / 20°): Nbr Site: 37

SITE	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
SKIKDA	3128	4228	5402	5888	6570	6730	7224	6830	6030	4518	3284	2822
ANNABA	2812	3992	4926	5384	6178	6288	6844	6450	5312	4204	3008	2456
BEJAIA	3138	3670	4510	5162	6126	5908	6524	6510	5318	4118	3760	2978
ALGER	3184	4300	5314	5896	6686	6626	6858	6726	5892	4594	3360	2954
MILIANA	3622	3980	4780	5852	6652	6790	7512	7240	6228	4644	4232	3510
CONSTANTINE	3338	3812	5546	5946	6820	6872	7358	7038	6134	4810	3440	2996
SETIF	3842	5122	5896	6548	7320	7074	7632	7204	6410	5110	3924	3482
CHLEF	3674	4472	5008	5668	6502	6654	6940	6572	5912	4630	3684	3110
ORAN	3510	4264	5616	6058	6592	6514	6870	6720	5868	4896	3558	3230

Fig. 1: Représentation de la feuille 'Données de rayonnement'

Dimensionnement par la méthode généralisée / site : ALGER

Choix du site / Inclinaison: ALGER Rayonnement Min: 5.89 kWh/m² LAT:

Puissance (W): Equipements: Fonctionnement:

 C = 4000 Wh/m²

Données

U = 24 V Pcm = 50 W Uch = 17 V Rm = 14 % Sm = 0.48 m²
 Ce = 2000 Ah Ucb = 2 V Rfb = 97 % Pf = 50 % Ns = 3 Jour
 Rv = 93 % Ro = 93 % k = 50 %

Inclinaison = Latitude Inclinaison = 20° Inclinaison = 30° Inclinaison = 40°

Générateur Ns = 2 Np = 15 N = 29 Pc = 1500.00 W St = 13.92 m²
 Batteries Cu = 1030.93 Ah Nbs = 12 Nbp = 1 Nb = 12

Conclusion: Pour le site de ALGER avec une charge de 4000 Wh/m²;
 On choisit 29 Module avec une Inclinaison = Latitude, et une capacité de stockage normalisée = 1050 Ah à C100.

Fig. 2: Représentation de la feuille 'Dimensionnement du système'

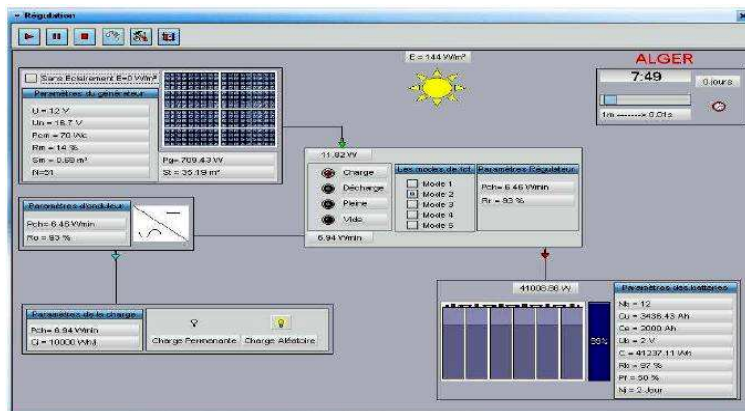


Fig. 3: Représentation de la feuille 'Régulation et simulation du système'

3. TESTS ET RESULTATS

3.1 Tests et résultats du dimensionnement

La figure 4 présente un exemple de résultat obtenu pour un système dimensionné.

Puissance crête du module (P_{cm})	50 W	Calcul du générateur	Latitude	20°	30°	40°
Coefficient correctif (k)	56	Nombre de modules (N)	5	11	10	9
Rendement de l'onduleur (RO)	93 %	N de modules en série (N_s)	2	2	2	2
Rendement du régulateur (Rp)	93 %	N de branches parallèle (N_p)	3	6	5	5
Tension de l'installation (U)	24 V	Puissance générateur (P_g) W	300	600	500	300
Tension nominale d'un module (U_r)	17 V	Surface générateur (S_g) m ²	2,4	5,28	4,8	4,32
Surface module (S_m)	0,48 m ²	Calcul de la batterie				
Autonomie (J)	10 Jours	Capacité stockage (C) Wh	16082,4	16082,4	16082,4	16082,4
Profondeur de décharge (P)	50 %	Capacité utile (C_u) Ah	670,10	670,10	670,10	670,10
Rendement des batteries (Rb)	97 %	Nombre élément série (N_{bs})	12	12	12	12
Tension d'un élément batterie (U_b)	2 V	Nombre branche parallèle (N_{bp})	1	1	1	1
Capacité élément batterie (C_e)	2000 Ah	Nombre élément (N_b)	12	12	12	12

3.2 Tests et résultats de fonctionnement

La figure 5 présente un exemple de résultat obtenu correspondant à la puissance du générateur, la capacité des batteries et aux besoins de la charge durant le fonctionnement du système.

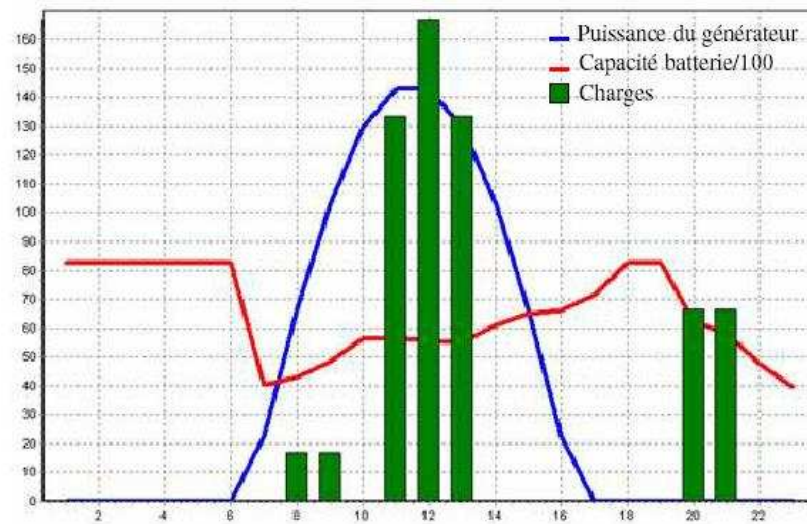


Fig. 5: Exemple de graphes pour les résultats de simulation

4. CONCLUSION

L'objectif du travail était de réaliser un logiciel permettant de gérer le transfert d'énergie électrique dans le générateur PV et de contrôler le fonctionnement des installations photovoltaïques.

Les tests entrepris pour vérifier aussi bien le fonctionnement de l'ensemble et la fiabilité du logiciel de gestion, montrent que le programme de travail défini initialement a été réalisé dans son

ensemble. Les résultats obtenus sont satisfaisants et ne constituent qu'une partie d'un vaste domaine.

En ce qui concerne la validation de notre logiciel on a utilisé les données réelles d'une station photovoltaïque situé au sud algérien, la simulation de la station été satisfaisante et les résultats sont presque les mêmes du côté dimensionnement.

Au niveau de ces résultats, une visualisation numérique et graphique des données existe dans les différentes parties du logiciel. Un fichier d'aide et un manuel d'utilisation sont attachés au logiciel pour faciliter son utilisation. Des exemples calculés et animés sont également intégrés et des rapports de résultats sont donnés par le logiciel pour chaque partie du fonctionnement.

REFERENCES

- [1] M. Geyer, 'Eport on the SolarPACES', Start, Mission to Algeria, 2003.
- [2] Site Web: <http://www.eau.fndae.fr/documentation/PDF/fndae12.pdf>, 1999.